

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-294040

(43)Date of publication of application : 11.11.1997

---

(51)Int. Cl. H03H 7/01

H01F 27/00

H01L 27/01

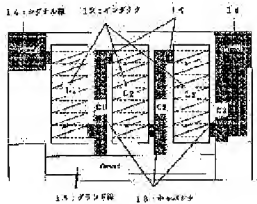
---

(21)Application number : 08-107900 (71)Applicant : TOKIN CORP

(22)Date of filing : 26.04.1996 (72)Inventor : SUGAWARA HIDEKUNI  
SATO YOSHIO  
FUNAKI HIDEFUMI

---

(54) THIN FILM LC FILTER



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the LC filter which is furthermore miniaturized.

SOLUTION: Inductors L1-L3 and capacitors C1-C3 are arranged in parallel alternately, a plurality of inductors 12 (L-L3) connected in series to form a signal wire 14, conductors of the signal wire 14 interconnecting the inductors 12 (L1-L3), a conductor interconnecting a ground wire 15 to the capacitors C1-C3 are located close to each other so as to be 10  $\mu$ m-100  $\mu$ m thereby forming prescribed stray capacitance. Furthermore, the inductors 12 (L1-L3) and the capacitors C1-C3 are arranged closely so as to have prescribed stray capacitance between the signal wire 14 making

up of the inductors 12 and the capacitor 13 and between electrodes above and under a dielectric layer of the capacitor 13 and the adjacent inductor 12 respectively.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.12.2002

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection] 15.12.2004

[Kind of final disposal of  
application other than the  
examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for  
application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

#### \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

#### CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the thin film LC filter which contiguity arrangement of said thin film inductor and said thin film capacitor is carried out with a predetermined narrow interval by turns, and is further characterized by arranging this thin film capacitor so that it may have predetermined stray capacity between the signal lines which carry out series connection of the grand line connected to this thin film capacitor, and

said thin film inductor, and form them in the thin film LC filter constituted by the thin film inductor and the thin film capacitor. [Claim 2] It is the thin film LC filter characterized by carrying out contiguity arrangement in parallel by turns with a narrow interval so that it may have predetermined stray capacity between the signal line which said thin film inductor and said thin film capacitor carry out series connection of said thin film inductor in claim 1, and forms, and said thin film capacitor.

[Claim 3] Said thin film inductor and said thin film capacitor are a thin film LC filter characterized by forming spacing of a signal line and a grand line in from 10 micrometers before 100 micrometers in claim 1, and contiguity arrangement being carried out by turns in parallel.

[Claim 4] It is the thin film LC filter characterized by carrying out contiguity arrangement in parallel by turns so that it may have predetermined stray capacity between the inductors (a signal line is formed) by which said thin film inductor and said thin film capacitor adjoin the electrode (either a signal line and a grand line are connected) of the dielectric layer upper and lower sides of this thin film capacitor in claim 1.

[Claim 5] In claim 1 said thin film inductor and said thin film capacitor It has a narrow interval so that it may have predetermined stray capacity between the signal line which carries out series connection of said thin film inductor, and forms it, and said thin film capacitor. And the thin film LC filter characterized by carrying out contiguity arrangement in parallel by turns so that it may have predetermined stray capacity between the electrode (either a signal line and a grand line are connected) of the dielectric layer upper and lower sides of said thin film capacitor, and an adjoining inductor (a signal line is formed).

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the thin film LC filter which can attain much more miniaturization especially about the thin film LC filter constituted by the concentrated-constant mold with the thin film capacitor using the thin film inductor and thin film dielectrics which used the thin film soft magnetic material.

[0002] Moreover, it is an electron device containing a thin film inductor and a thin film capacitor, this thin film LC filter is used for the electronic circuitry which needs to prevent the noise oscillated in the oscillation section of a RF circuit, the receive section of an electric wave, and a RF circuit, and it is used in order to adjust suitably the inductance of a thin film inductor, and the capacitance of a thin film capacitor and to acquire a desired filter shape or the predetermined property in the incorporated circuit.

[0003]

[Description of the Prior Art] In the conventional thin film LC filter, an air core inductor is used, and a spiral coil and a MIANDA coil are used, combining them with a chip capacitor and a thin film capacitor. While being miniaturized with integration of the system used to these thin film LC components and miniaturizing the components of a chip inductor or a chip capacitor with 3025 types, 2012 types, 1608 types, or 1005 types, the miniaturization has been called for also for the thin film inductor or the thin film capacitor.

[0004] Furthermore, since an inductance value and a capacitance value were beforehand produced in the conventional thin film LC filter according to a design value, even if each independent property was the precision of less than " $\pm 2.5\%$ ", in the finished product incorporating these, the deflection from a predetermined value surely existed.

Moreover, since it was covered in the chip with the insulator or the magnetic substance with which the conductor pattern was sintered, the detailed property adjustment for changing an inductance value or a capacitance value was impossible.

[0005] On the other hand, an air core inductor needs the area of the decade of a magnetic core inductor, in order to acquire the same inductance value as a magnetic core inductor. Consequently, in the thin film LC filter using an air core inductor, the whole is large and cannot store in the configuration of 3025 bigger types than this and 2012 types

not to mention 1608 types or 1005 types.

[0006] Therefore, an air core inductor shifts to a magnetic core inductor, and miniaturization with the much more thin film LC components is called for.

[0007] For the purpose of this miniaturization, the component of a chip inductor and a chip capacitor is formed on a substrate or a resin insulating layer using SMT (surface mount technology) by the thin film technology. In order to use this SMT (surface mount technology), the configuration of the component of a chip inductor and a chip capacitor is fixed.

[0008] Next, drawing 11 and drawing 12 are combined and referred to, and the conventional thin film LC filter of 3 reams formed using SMT (surface mount technology) is explained.

[0009] As shown in drawing 11, the electrical equivalent circuit of the LC filter of 3 reams consists of three chip inductors ( $L_{19}=150\text{nH}$ ,  $L_{29}=149\text{nH}$ ,  $L_{39}=157\text{nH}$ ) which are connected to a serial and form a signal line, and three chip capacitors ( $C_{19}=31.9\text{pF}$  of C,  $C_{29}=12.9\text{pF}$  of C,  $C_{39}=14\text{pF}$  of C) which connect the appearance side of each chip inductor to a grand line.

[0010] As shown in drawing 12, in this case, the chip inductor component of three types [ 2012 ] It is alike, respectively and adjoins. connecting arrangement is carried out to a serial -- having -- the signal line 29 -- forming -- these three chip inductor components 49 ( $L_{19}$ ,  $L_{29}$ ,  $L_{39}$ ) -- Contiguity arrangement of the chip capacitor component 39 ( $C_{19}$ ,  $C_{29}$ ,  $C_{39}$ ) of three types [ 1608 ] is carried out like the chip inductor component 49. the chip capacitor component 39 ( $C_{19}$ ,  $C_{29}$ ,  $C_{39}$ ) -- each -- the chip inductor component 49 ( $L_{19}$ ,  $L_{29}$ ,  $L_{39}$ ) -- connecting arrangement is carried out between the grand lines 19 each appearance side.

[0011] The miniaturization brought close to the magnitude of the simple substance of 1608 types of a simple substance component or 2012 types in arrangement of such a component is difficult.

[0012] Moreover, spacing of a thin film inductor and a thin film capacitor was detached and arranged, and the miniaturization of an LC filter was difficult also from this reason so that a circuit design might be carried out with the inductance value or capacitance value of a component which an error decides on the occasion of the design of the LC filter which cannot be finely tuned after manufacture and stray capacity with a definite unstable value might not occur.

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although the configuration of

a component is fixed-sized in the conventional thin film LC filter mentioned above since the component of a chip inductor and a chip capacitor is formed on the substrate or the resin insulating layer using SMT (surface mount technology) for the purpose of a miniaturization, there is the actual condition that it is still far from a miniaturization.

[0014] The technical problem of this invention is offering the thin film LC filter which carries out continuation arrangement of the LC component of a large number which can attain much more miniaturization.

[0015] That is, the target thin film LC filter is a chip type element produced by membrane formation formation by unification by which the configuration of "3.0mmx2.5mm" called 3025 Types is arranged for magnitude in the configuration of "2.0mmx1.2mm" called 2012 Types, and a component is arranged for magnitude.

[0016]

[Means for Solving the Problem] In the thin film LC filter by this invention, in the thin film LC filter constituted by the thin film inductor and the thin film capacitor, contiguity arrangement of said thin film inductor and said thin film capacitor is carried out with a predetermined narrow interval by turns, and further, this thin film capacitor is arranged so that it may have predetermined stray capacity between the signal lines which carry out series connection of the grand line connected to this thin film capacitor, and said thin film inductor, and form them.

[0017] In the thin film LC filter by this invention, moreover, said thin film inductor and said thin film capacitor It has a narrow interval so that it may have predetermined stray capacity between the signal line which carries out series connection of said thin film inductor, and forms it, and said thin film capacitor. And contiguity arrangement is carried out in parallel by turns so that it may have predetermined stray capacity between the electrode (either a signal line and a grand line are connected) of the dielectric layer upper and lower sides of said thin film capacitor, and an adjoining inductor (a signal line is formed).

[0018] The capacitance value of the stray capacity produced by this configuration that carried out contiguity arrangement is applied to the capacitance value of a thin film capacitor. Consequently, a capacitor becomes the small thing which has a small capacitance value.

[0019]

[Embodiment of the Invention] Next, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing.

[0020] Drawing 1 is the mimetic diagram showing one gestalt of operation

of this invention. The thin film LC filters shown in drawing 1 are three inductors L1-L3 which form the signal line 14 by series connection. The inductor 12 constituted, each -- inductor L1 -L3 Three capacitors C1-C3 by which insertion connection is made between the signal line 14 which connects between, and the grand line 15 It is the 3 ream 3 pole type filter formed by the capacitor 13 constituted. It has the good filter shape as shown in drawing 2 .

[0021] inductor L1 -L3 [ first, ] the conductor which inserted the magnetic substance 5 in the front face of a substrate 7 inside as each typical structure was shown in drawing 3 -- it is the thin film coil which has a coil 6, and the configuration of a solenoid (spiral) mold, a spiral mold, a MIANDA mold, etc. is adopted as this coil part according to an inductance value.

[0022] A capacitor C1 - C3 Each typical structure has the structure the lower electrode 10, the dielectric layer 9, and whose dielectric layer 9 of the thin film dielectrics which piled up the up electrode 8 one by one the top face of a substrate 11 pinched with the lower electrode 10 and the up electrode 8 of a thin film conductor as shown in drawing 4 .

[0023] As shown in drawing 1 , it is inductor L1 -L3 of a thin film LC filter. And a capacitor C1 - C3 Each other is perpendicularly adjoined to the grand straight-line-like line 15, and it is arranged by turns, and is inductor L1 -L3. In the medial axis, in parallel, the direction of a volume of a coil shall be carried out in the same direction, and each shall be arranged.

[0024] The signal line 14 is the electrode of an input side to the inductor L1. Set and it connects with the end of the opposite side in the grand line 15. An inductor L1 and L2 The signal line 14 which connects between is an inductor L1. The other end to the inductor L1 located in the grand line 15 side, and L2 It is between An inductor L1 and L2 Are parallel to each. Inductor L2 It shall connect to the end of the opposite side in the grand line 15. Moreover, inductor L2 The end of the grand line 15 shall be connected to the electrode of the output side of the signal line 14.

[0025] On the other hand, it is a capacitor C1. An inductor L1 and L2 It is arranged under the conductor of the signal line 14 which connects between, is arranged in parallel with the conductor of this signal line 14, and this signal line 14, and is a capacitor C1. Insertion connection is made between the conductors of the grand line 15 to connect.

Capacitor C2 It is an inductor L2 and L3 similarly. Insertion connection is made between the conductors of the signal line 14 and the conductors of the grand line 15 which connect between, and it is an inductor L2 and

L3. The conductor which connects between forms a capacitor. Moreover, capacitor C3 Inductor L3 Insertion connection is made between the conductor which connects the electrode of the signal line 14, and the conductor connected to the electrode of the grand line 15.

[0026] moreover, the capacitor C1 of an LC filter - C3 the stray capacity with which a capacitance value is compensated -- an electrode and inductor L1 -L3 The conductor and capacitor C1 of the signal line 14 which carry out series connection - C3 the conductor linked to the grand line 15 -- inductor L1 -L3 the result by which contiguity arrangement was carried out -- the conductor of these signal line 14 and the grand line 15 -- it is supplied with the stray capacity produced in between.

[0027] Moreover, a capacitor C1 - C3 Inductor L1 -L3 In case concurrency arrangement is carried out by turns, it is each spacing, inductor L1 -L3 [ i.e., ]. The signal line 14 and capacitor C1 which are included - C3 As spacing with the grand line 15 connected was set to 10 micrometers - 100 micrometers, the predetermined stray capacity value has been acquired. Furthermore, the stray capacity between an inductor 12 and a capacitor 13 is a capacitor C1 - C3. The capacitance value is made to increase still more certainly by applying the stray capacity produced in each between the electrodes 8 and 9 of the dielectric layer 9 upper and lower sides, and the signal line 14.

[0028] At drawing 2 , it is inductor L1 -L3. A capacitor C1 - C3 The thin film 3 ream LC filter property at the time of carrying out contiguity arrangement of each spacing so that it may be set to 10 micrometers - 100 micrometers is shown. It is inductor L1 -L3 so that it may be illustrated. Capacitors C1-C3 Since spacing is narrow, sufficient stray capacity of 10pF is obtained, there is also \*\*\*\*\* of enough and - 60dB is obtained also for the magnitude of attenuation.

[0029] They are inductors L1-L3 so that stray capacity may not be generated on the other hand in the example shown in drawing 3 . A capacitor C1 - C3 Mutual spacing is fully detached, is arranged and the thin film 3 ream LC filter property in the condition that the stray capacity of 0.1pF arose is shown. In this case, although \*\*\*\*\* and the magnitude of attenuation as a filter are enough, the frequency band has shifted the acquired property to a RF side. Since mutual spacing was fully detached and the big problem has arranged it, it is being unable to hold in magnitude big type [ 3025 ] as well as 1608 types, either.

[0030] Furthermore, in order to reconcile low band shift of large attenuation band width of face and an attenuation frequency to the big magnitude of attenuation which needs the signal of an unnecessary frequency band as a property of intercepting, and a \*\*\*\*\* damping



property, enlargement which has the area which can reduce the big signal produced in a several 100MHz band, or exoergic resistance incorporates in a circuit, and a signal reduces by generation of heat, or one of treatment is made by making the signal of the required frequency band of a low pass filter penetrate. The life of a cell becomes short by a fall and energy expenditure of an electrical potential difference, and generation of heat of resistance also requires the high voltage.

[0031] In the thin film LC filter by this invention explained with reference to drawing 1, these troubles can also be covered and it can contribute to a system-wide miniaturization.

[0032] Moreover, the miniaturization of the system produced by RF shift of clock frequency generates a RF noise. The RF noise which spreads between the striplines which approached for the miniaturization can be sharply reduced by the high magnitude of attenuation of the thin film LC filter of the above-mentioned explanation.

[0033] In the above-mentioned explanation, if spacing can be made still smaller in improvement in a manufacturing technology although each spacing was made to be set to 10 micrometers - 100 micrometers in case a capacitor is arranged an inductor and by turns, it not only becomes possible to replace bigger capacitance than before with stray capacity, but it can promote a miniaturization further.

[0034] Moreover, by the above-mentioned explanation, when the capacitor carried out concurrency arrangement an inductor and by turns, it illustrated and explained, but in order not to be limited to parallel arrangement but to acquire, other configurations, for example, predetermined capacitance value, it is possible to carry out contiguity arrangement only of the part.

[0035]

[Example]

[An example 1], next from drawing 6 to drawing 8 are referred to, and the 1st example of invention is explained.

[0036] Drawing 6 is the representative circuit schematic of a thin film 3 ream LC filter showing the 1st example. The circuit shown in drawing 6 is produced by component arrangement of drawing 7, and the property of drawing 8 is checked.

[0037] The 6 times thin film inductor 21 in which the thin film LC filter illustrated has inductance value  $L4 = L5 = L6 = 160\text{nH}$ , A typical stray capacity value and an inductance value as approach a predetermined value, parallel arrangement of the spacing of a component is carried out by turns, it is produced by the thin film process and a result indicates the thin film capacitor 22 which has the capacitance values C, pF [ of C

/ 5 = 13 ], and C of 6 = 1pF of 4 = 32pF to be to drawing 6 were shown.  
[0038] The capacitance values C, pF [ of C / 15 = 3 ], and C of 16 = 1pF of 14 = 10pF each An inductor L4, L5, and L6 Stray capacity produced in each coil at juxtaposition, Moreover, the capacitance value C of 10 = 0.015pF is the stray capacity of a system. Inductance value L14 = 1nH, L15 = 0.5nH, and each L16 = 2nH are a capacitor C4, C5, and C6. The resistance which is an inductance value produced in a serial and is related to each omitted illustration.

[0039] As shown in drawing 8 , the low pass filter property acquired by surveying with the simulation result shown with the broken line was well in agreement, and the good observation result was obtained.

[0040] The 2nd example of invention is explained with reference to [an example 2] next drawing 9 , and drawing 10 .

[0041] Drawing 9 is the mimetic diagram of a thin film 3 ream LC filter showing the 2nd example, and the property is checked by drawing 10 .

[0042] The thin film LC filter illustrated is inductance value L7 = L8 = L9 = . A predetermined value is approached in spacing of a component, parallel arrangement of the 2 times thin film inductor 23 which has 60nH, and the thin film capacitor 22 which has the capacitance values C, pF [ of C / 8 = 13 ], and C of 9 = 1pF of 7 = 32pF is carried out by turns, and it is produced by the thin film process.

[0043] Although there is little magnitude of attenuation since the inductance value is small as the low pass filter property acquired by surveying this thin film LC filter is shown in drawing 10 , sufficient observation result of having been mostly in agreement with the simulation result shown with the broken line is obtained.

[0044]

[Effect of the Invention] A thin film LC filter equipped with the capacitor arranged so that the conductor which connects between two or more inductors which according to this invention are connected to a serial and form a signal line as explained above, and this inductor and an inductor, and is connected also to self, and the conductor which connects a grand line to self may be made to approach and predetermined stray capacity may be filled up is obtained. By this configuration, while being able to obtain the miniaturized thin film LC filter, a desired capacitance value can be acquired also in the disposition of a thin film capacitor which has few [ that it is small and ] capacitance values.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the mimetic diagram showing one gestalt of operation of this invention.

[Drawing 2] It is the property Fig. showing one example in the filter shape in contiguity arrangement of drawing 1 .

[Drawing 3] It is the perspective view showing one example of a typical thin film inductor.

[Drawing 4] It is the perspective view showing one example of a typical thin film capacitor.

[Drawing 5] It is the property Fig. showing one example in the filter shape in broader-based arrangement of drawing 1 .

[Drawing 6] It is the representative circuit schematic showing the 1st example of this invention.

[Drawing 7] It is the mimetic diagram showing the 1st example of this invention.

[Drawing 8] It is the property Fig. showing one example of the filter shape by drawing 7 .

[Drawing 9] It is the mimetic diagram showing the 1st example of this invention.

[Drawing 10] It is the property Fig. showing one example of the filter shape by drawing 9 .

[Drawing 11] It is the representative circuit schematic showing a conventional example.

[Drawing 12] It is the mimetic diagram showing a conventional example.

[Description of Notations]

5 Magnetic Substance

6 Conductor -- Coil

8 Up Electrode

9 Dielectric Layer

10 Lower Electrode  
12, 21, 23 Inductor  
13, 22, 24 Capacitor  
14 Signal Line  
15 Grand Line

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

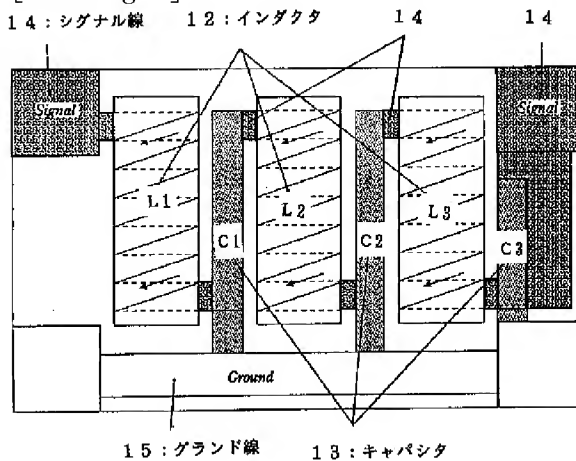
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

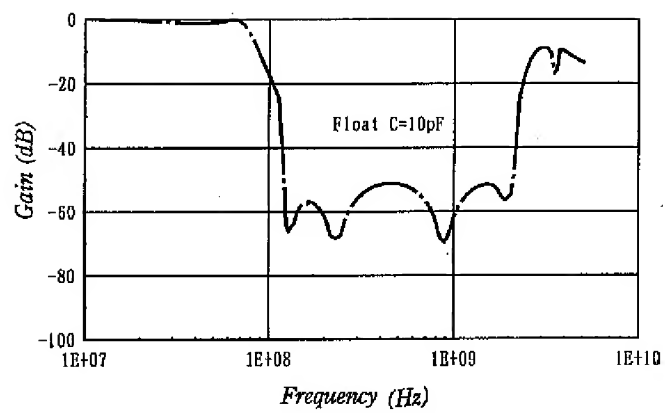
## DRAWINGS

---

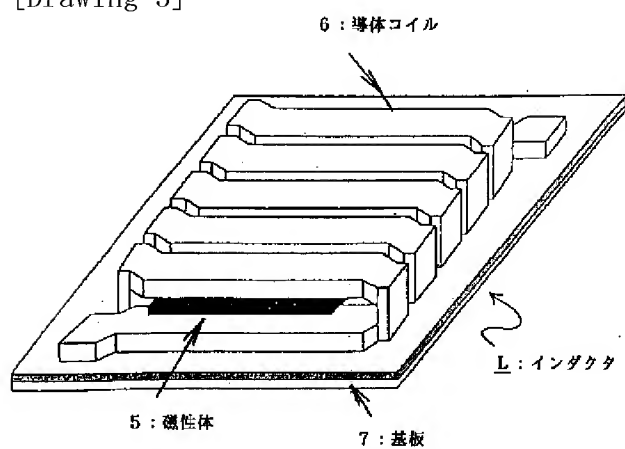
[Drawing 1]



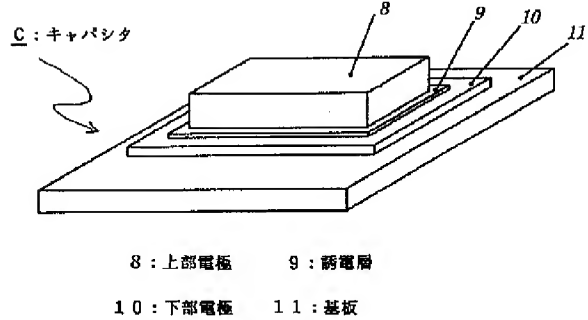
[Drawing 2]



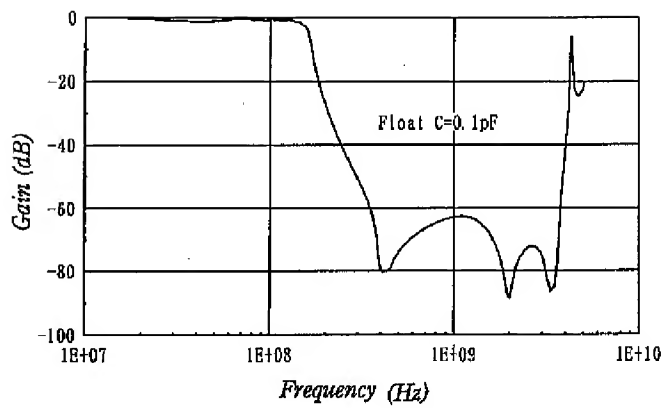
[Drawing 3]



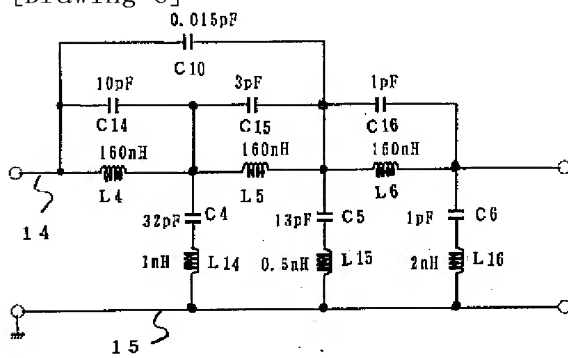
[Drawing 4]



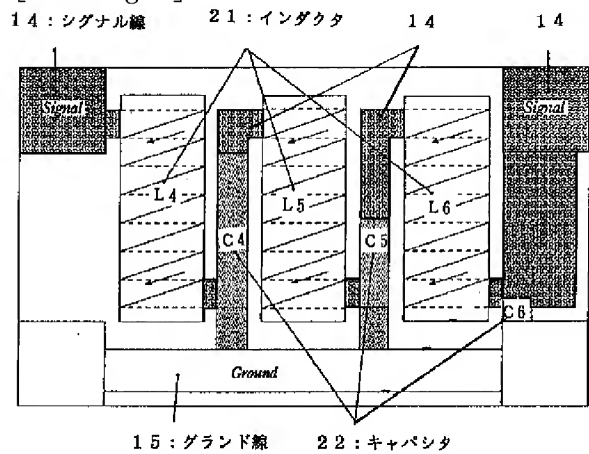
[Drawing 5]



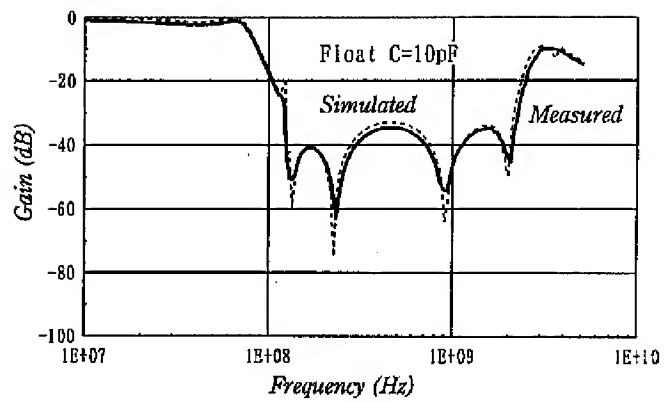
[Drawing 6]



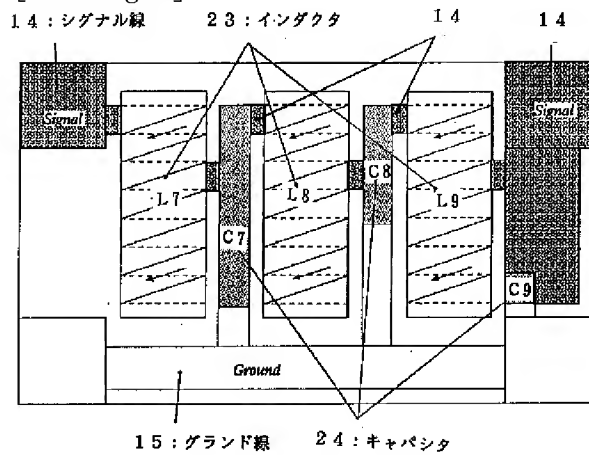
[Drawing 7]



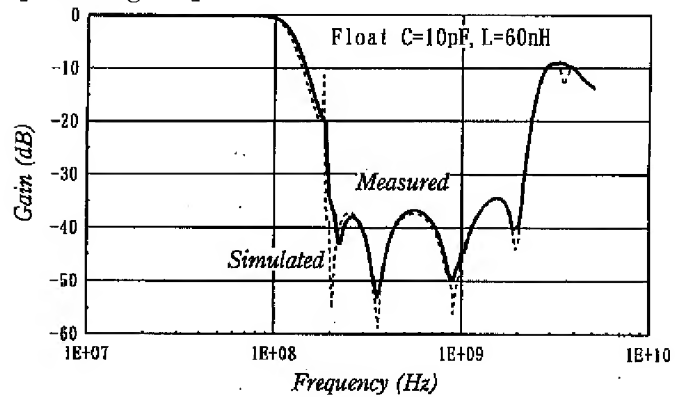
[Drawing 8]



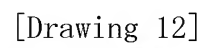
[Drawing 9]



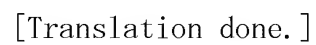
[Drawing 10]



[Drawing 11]



49: チップインダクタ素子  
(2012)



[Translation done.]



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-294040

(43)公開日 平成9年(1997)11月11日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 H 7/01			H 0 3 H 7/01	A
H 0 1 F 27/00			H 0 1 L 27/01	3 1 1
H 0 1 L 27/01	3 1 1		H 0 1 F 15/00	D

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平8-107900

(22)出願日 平成8年(1996)4月26日

(71)出願人 000134257

株式会社トーキン

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

(72)発明者 菅原 英州

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

株式会社トーキン内

(72)発明者 佐藤 由郎

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

株式会社トーキン内

(72)発明者 船木 秀文

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

株式会社トーキン内

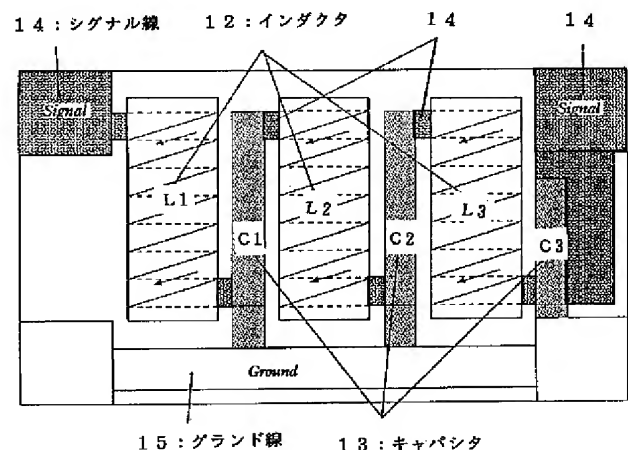
(74)代理人 弁理士 後藤 洋介 (外3名)

(54)【発明の名称】 薄膜LCフィルタ

(57)【要約】

【課題】 一層の小型化を図ることができる薄膜LCフィルタを提供することである。

【解決手段】 インダクタL1～L2とキャパシタC1～C3とのそれぞれを交互に平行配置し、直列に接続されてシグナル線14を形成する複数のインダクタ12 (L1～L2)と、このインダクタ12 (L1～L2)間を接続するシグナル線14の導体と、グラウンド線15をキャパシタ13 (C1～C3)に接続する導体との間隔を10μm～100μmになるように近接して所定の浮遊容量を補充するように配置している。また、インダクタL1～L2とキャパシタC1～C3とは、インダクタ12で形成されるシグナル線14とキャパシタ13との間、また、キャパシタ13の誘電層上下の電極と、隣接するインダクタ12との間、それぞれに所定の浮遊容量を有するように近接配置される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 薄膜インダクタおよび薄膜キャパシタにより構成される薄膜LCフィルタにおいて、前記薄膜インダクタおよび前記薄膜キャパシタは交互に所定の狭間隔をもって隣接配置され、更にこの薄膜キャパシタは、この薄膜キャパシタに接続されるグランド線と前記薄膜インダクタを直列接続して形成するシグナル線との間に所定の浮遊容量を有するように配置されることを特徴とする薄膜LCフィルタ。

【請求項2】 請求項1において、前記薄膜インダクタおよび前記薄膜キャパシタは、前記薄膜インダクタを直列接続して形成するシグナル線と前記薄膜キャパシタとの間に所定の浮遊容量を有するように狭間隔をもって交互に平行に隣接配置されることを特徴とする薄膜LCフィルタ。

【請求項3】 請求項1において、前記薄膜インダクタおよび前記薄膜キャパシタは、シグナル線とグランド線との間隔が $10\mu\text{m}$ から $100\mu\text{m}$ までの間に形成され交互に平行に隣接配置されることを特徴とする薄膜LCフィルタ。

【請求項4】 請求項1において、前記薄膜インダクタおよび前記薄膜キャパシタは、この薄膜キャパシタの誘電層上下の電極（シグナル線およびグランド線のいずれかを接続）と、隣接するインダクタ（シグナル線を形成）との間に所定の浮遊容量を有するように交互に平行に隣接配置されることを特徴とする薄膜LCフィルタ。

【請求項5】 請求項1において、前記薄膜インダクタおよび前記薄膜キャパシタは、前記薄膜インダクタを直列接続して形成するシグナル線と前記薄膜キャパシタとの間に所定の浮遊容量を有するように狭間隔をもち、かつ前記薄膜キャパシタの誘電層上下の電極（シグナル線およびグランド線のいずれかを接続）と、隣接するインダクタ（シグナル線を形成）との間に所定の浮遊容量を有するように交互に平行に隣接配置されることを特徴とする薄膜LCフィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、薄膜軟磁性体を用いた薄膜インダクタおよび薄膜誘電体を用いた薄膜キャパシタにより集中定数型に構成される薄膜LCフィルタに関し、特に、一層の小型化を図ることができる薄膜LCフィルタに関する。

【0002】また、この薄膜LCフィルタは、薄膜インダクタおよび薄膜キャパシタを含む電子デバイスであり、高周波回路の発振部および電波の受信部ならびに高周波回路で発振するノイズを防ぐ必要がある電子回路に用いられ、薄膜インダクタのインダクタンスおよび薄膜キャパシタのキャパシタンスを適宜調整して所望のフィルタ特性または組み込まれた回路での所定の特性を得るために用いられる。

## 【0003】

【従来の技術】従来の薄膜LCフィルタでは、空芯インダクタが使用され、スパイラルコイルおよびミアンダコイルがチップキャパシタおよび薄膜キャパシタと組み合わせられて使用される。これらの薄膜LC部品に対しては、使用されるシステムの集積化と共に小型化される必要があり、チップインダクタまたはチップキャパシタの部品が3025タイプ、2012タイプ、1608タイプ、または1005タイプと小型化されると共に、薄膜インダクタまたは薄膜キャパシタも小型化が求められてきた。

【0004】更に、従来の薄膜LCフィルタでは、インダクタンス値およびキャパシタンス値は予め設計値に合わせて作製されるため、それぞれの単独の特性が“ $\pm 2.5\%$ ”以内の精度であっても、これらを組み込んだ完成品では所定値からの偏差が必ず存在していた。また、チップ部品では、導体パターンが焼結された絶縁体または磁性体で覆われているので、インダクタンス値またはキャパシタンス値を変更するための微細な特性調整は不可能であった。

【0005】一方、空芯インダクタは、磁芯インダクタと同じインダクタンス値を得るためには磁芯インダクタの十倍の面積を必要とする。この結果、空芯インダクタを用いた薄膜LCフィルタでは、全体が大きく、1608タイプまたは1005タイプは勿論のこと、これより大きな3025タイプおよび2012タイプの形状内にも収めることができない。

【0006】したがって、空芯インダクタは磁芯インダクタへ移行し、薄膜LC部品は、より一層の小型化が求められている。

【0007】この小型化の目的のために、チップインダクタおよびチップキャパシタの素子は、基板または樹脂絶縁層の上に薄膜技術によるSMT（表面実装技術）を使用して形成される。このSMT（表面実装技術）を使用するため、チップインダクタおよびチップキャパシタの素子の形状は一定である。

【0008】次に、図11および図12を併せ参照して、SMT（表面実装技術）を使用して形成された従来の3連の薄膜LCフィルタについて説明する。

【0009】図11に示されるように3連のLCフィルタの電氣的等価回路は、直列に接続されてシグナル線を形成する3個のチップインダクタ（ $L19=150\text{nH}$ 、 $L29=149\text{nH}$ 、 $L39=157\text{nH}$ ）と、各チップインダクタの出側をグランド線に接続する3個のチップキャパシタ（ $C19=31.9\text{pF}$ 、 $C29=12.9\text{pF}$ 、 $C39=14\text{pF}$ ）とで構成されている。

【0010】この場合には図12に示されるように、3個の2012タイプのチップインダクタ素子は、直列に接続配置されてシグナル線29を形成し、これら3個のチップインダクタ素子49（ $L19$ 、 $L29$ 、 $L39$ ）

それぞれに隣接して、3個の1608タイプのチップキャパシタ素子39(C19, C29, C39)がチップインダクタ素子49同様隣接配置され、チップキャパシタ素子39(C19, C29, C39)それぞれがチップインダクタ素子49(L19, L29, L39)それぞれの出側とグランド線19との間に接続配置されている。

【0011】このような素子の配置では、単体素子の1608タイプまたは2012タイプの単体の大きさに近付ける小型化は困難である。

【0012】また、製造後では微調整が不可能なLCフィルタの設計に際し、誤差が確定する素子のインダクタンス値またはキャパシタンス値により回路設計し、確定値が不安定な浮遊容量が発生しないように、薄膜インダクタと薄膜キャパシタとの間隔を離して配置しており、この理由からも、LCフィルタの小型化が困難であった。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の薄膜LCフィルタでは、小型化の目的のため、チップインダクタおよびチップキャパシタの素子は、基板または樹脂絶縁層の上にSMT(表面実装技術)を使用して形成されているので、素子の形状が一定化されるが、未だ小型化にほど遠いという実態がある。

【0014】本発明の課題は、一層の小型化を図ることができる多数のLC素子を連続配置する薄膜LCフィルタを提供することである。

【0015】すなわち、目的の薄膜LCフィルタは、大きさが“3.0mm×2.5mm”の3025タイプと呼ばれる形状、または大きさが“2.0mm×1.2mm”の2012タイプと呼ばれる形状の中に素子が配置されるような一体化により成膜形成で作製されるチップ素子である。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明による薄膜LCフィルタでは、薄膜インダクタおよび薄膜キャパシタにより構成される薄膜LCフィルタにおいて、前記薄膜インダクタおよび前記薄膜キャパシタは交互に所定の狭間隔をもって隣接配置され、更にこの薄膜キャパシタは、この薄膜キャパシタに接続されるグランド線と前記薄膜インダクタを直列接続して形成するシグナル線との間に所定の浮遊容量を有するように配置されている。

【0017】また、本発明による薄膜LCフィルタでは、前記薄膜インダクタおよび前記薄膜キャパシタは、前記薄膜インダクタを直列接続して形成するシグナル線と前記薄膜キャパシタとの間に所定の浮遊容量を有するように狭間隔をもち、かつ前記薄膜キャパシタの誘電層上下の電極(シグナル線およびグランド線のいずれかを接続)と、隣接するインダクタ(シグナル線を形成)との間に所定の浮遊容量を有するように交互に平行に隣接

配置されている。

【0018】この近接配置した構成により生じた浮遊容量のキャパシタンス値が薄膜キャパシタのキャパシタンス値に加えられている。この結果、キャパシタは、小さなキャパシタンス値を有する小型なものになる。

【0019】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0020】図1は本発明の実施の一形態を示す平面模式図である。図1に示された薄膜LCフィルタは、シグナル線14を直列接続により形成する3つのインダクタL1~L3で構成されるインダクタ12と、各インダクタL1~L3間を接続するシグナル線14およびグランド線15の間に挿入接続される3つのキャパシタC1~C3で構成されるキャパシタ13とにより形成される3連3極型のフィルタであり、図2に示されるような良好なフィルタ特性を有している。

【0021】まず、インダクタL1~L3それぞれの代表的な構造は、図3に示されるように基板7の表面に内部に磁性体5を挿入した導体コイル6を有する薄膜コイルであり、このコイル部分には、インダクタンス値に応じてソレノイド(螺旋)型、スパイラル型、ミアンダー型などの形状が採用される。

【0022】キャパシタC1~C3それぞれの代表的な構造は、図4に示されるように基板11の上面に下部電極10、誘電層9、上部電極8を順次重ね合わせた薄膜誘電体の誘電層9を薄膜導体の下部電極10および上部電極8で挟んだ構造を有している。

【0023】図1に示されるように、薄膜LCフィルタのインダクタL1~L3およびキャパシタC1~C3は直線状のグランド線15に対して垂直方向に隣りあって交互に配置され、インダクタL1~L3それぞれは中心軸を平行にかつコイルの巻き方向を同一方向にして配置されているものとする。

【0024】シグナル線14は、入力側の電極からインダクタL1においてグランド線15とは反対側の一端に接続され、インダクタL1, L2間を接続するシグナル線14はインダクタL1のグランド線15の側に位置する他端からインダクタL1, L2間をインダクタL1, L2それぞれに平行してインダクタL2のグランド線15とは反対側の一端まで接続されるものとする。また、インダクタL2のグランド線15の一端はシグナル線14の出力側の電極に接続されるものとする。

【0025】一方、キャパシタC1はインダクタL1, L2間を接続するシグナル線14の導体の下に配置され、このシグナル線14の導体と、このシグナル線14と平行して配置されキャパシタC1に接続するグランド線15の導体との間に挿入接続される。キャパシタC2も同様に、インダクタL2, L3間を接続するシグナル線14の導体とグランド線15の導体との間に挿入接続

され、インダクタ $L_2$ 、 $L_3$ 間を接続する導体がキャパシタを形成する。また、キャパシタ $C_3$ はインダクタ $L_3$ とシグナル線14の電極とを接続する導体とグランド線15の電極に接続される導体との間に挿入接続されている。

【0026】また、LCフィルタのキャパシタ $C_1 \sim C_3$ のキャパシタンス値を補う浮遊容量は、電極およびインダクタ $L_1 \sim L_3$ を直列接続するシグナル線14の導体とキャパシタ $C_1 \sim C_3$ をグランド線15に接続する導体とがインダクタ $L_1 \sim L_3$ に近接配置された結果、これらシグナル線14およびグランド線15の導体間に生じる浮遊容量により補充される。

【0027】また、キャパシタ $C_1 \sim C_3$ がインダクタ $L_1 \sim L_3$ と交互に並行配置される際、それぞれの間隔、すなわちインダクタ $L_1 \sim L_3$ を含むシグナル線14とキャパシタ $C_1 \sim C_3$ に接続されるグランド線15との間隔を $10\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ になるようにして、所定の浮遊容量値を得ている。更に、インダクタ12とキャパシタ13との間の浮遊容量は、キャパシタ $C_1 \sim C_3$ それぞれで誘電層9上下の電極8、9とシグナル線14との間に生じる浮遊容量を加えることにより、キャパシタンス値を更に確実に増加させている。

【0028】図2では、インダクタ $L_1 \sim L_3$ とキャパシタ $C_1 \sim C_3$ とのそれぞれの間隔を $10\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ になるように近接配置した際の薄膜3連LCフィルタ特性が示されている。図示されるように、インダクタ $L_1 \sim L_3$ とキャパシタ $C_1 \sim C_3$ との間隔が狭いので、十分な浮遊容量 $10\text{pF}$ が得られ、急峻性も十分あり、減衰量も $-60\text{dB}$ が得られている。

【0029】一方、図3に示される例では、浮遊容量を発生しないように、インダクタ $L_1 \sim L_3$ とキャパシタ $C_1 \sim C_3$ との相互間隔を十分に離して配置して、浮遊容量 $0.1\text{pF}$ が生じた状態の薄膜3連LCフィルタ特性が示されている。この場合に得られた特性は、フィルタとしての急峻性および減衰量は十分であるが、周波数帯域が高周波側にシフトしている。大きな問題は、相互間隔を十分に離して配置したため、 $1608$ タイプは勿論、大きな $3025$ タイプの大きさにも収容できないことである。

【0030】更に、ローパスフィルタの必要な周波数帯域の信号を透過させ不要な周波数帯域の信号は遮断するという特性として必要な、大きな減衰量および急峻な減衰特性に対し、広い減衰帯域幅および減衰周波数の低帯域移行を両立させるため、数 $100\text{MHz}$ 帯域に生じる大きな信号を低減できる面積を有するような大型化か、または、発熱抵抗を回路内に組み込んで発熱により信号を低減するか、いずれかの処置がなされている。抵抗の発熱では、電圧の低下とエネルギー消費とにより電池の寿命が短くなり、高電圧も要求される。

【0031】図1を参照して説明した本発明による薄膜

LCフィルタでは、これらの問題点もカバーでき、システム全体の小型化に貢献できる。

【0032】また、動作周波数の高周波移行により生じたシステムの小型化は高周波ノイズを発生させる。小型化のために近接したストリップライン間を伝搬する高周波ノイズは、上述説明の薄膜LCフィルタの高減衰量により大幅に低減できる。

【0033】上記説明では、キャパシタがインダクタと交互に配置される際、それぞれの間隔を $10\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ になるようにしたが、製造技術の向上で間隔を更に小さくできれば、従来より大きなキャパシタンスを浮遊容量で補充することが可能になるだけでなく、更に小型化を推進することができる。

【0034】また、上記説明では、キャパシタがインダクタと交互に並行配置すると図示して説明したが、平行配置に限定されず、他の形状、例えば、所定のキャパシタンス値を得るために一部だけを近接配置することでもよい。

【0035】

【実施例】

〔実施例1〕次に、図6から図8までを参照して発明の第1の実施例について説明する。

【0036】図6は、第1の実施例を示す薄膜3連LCフィルタの等価回路図である。図6に示された回路は、図7の素子配置により作製され、図8の特性が確認されている。

【0037】図示される薄膜LCフィルタは、インダクタンス値 $L_4 = L_5 = L_6 = 160\text{nH}$ を有する6回巻きの薄膜インダクタ21と、キャパシタンス値 $C_4 = 32\text{pF}$ 、 $C_5 = 13\text{pF}$ 、 $C_6 = 1\text{pF}$ を有する薄膜キャパシタ22とを素子の間隔を所定値に近接し交互に平行配置して薄膜工程により作製され、結果は図6に示すような代表的な浮遊容量値およびインダクタンス値を示した。

【0038】キャパシタンス値 $C_{14} = 10\text{pF}$ 、 $C_{15} = 3\text{pF}$ 、 $C_{16} = 1\text{pF}$ それぞれは、インダクタ $L_4$ 、 $L_5$ 、 $L_6$ それぞれのコイルに並列に生じる浮遊容量、また、キャパシタンス値 $C_{10} = 0.015\text{pF}$ は系の浮遊容量であり、インダクタンス値 $L_{14} = 1\text{nH}$ 、 $L_{15} = 0.5\text{nH}$ 、 $L_{16} = 2\text{nH}$ それぞれはキャパシタ $C_4$ 、 $C_5$ 、 $C_6$ それぞれに直列に生じるインダクタンス値であり、関係する抵抗値は図示を省略した。

【0039】図8に示されるように、破線で示されたシミュレーション結果と実測して得られたローパスフィルタ特性とはよく一致し、良好な実測結果が得られた。

【0040】〔実施例2〕次に、図9および図10を参照して発明の第2の実施例について説明する。

【0041】図9は第2の実施例を示す薄膜3連LCフィルタの平面模式図であり、図10により特性が確認されている。

【0042】図示される薄膜LCフィルタは、インダクタンス値 $L7 = L8 = L9 = 60 \text{ nH}$ を有する2回巻きの薄膜インダクタ23と、キャパシタンス値 $C7 = 32 \text{ pF}$ ,  $C8 = 13 \text{ pF}$ ,  $C9 = 1 \text{ pF}$ を有する薄膜キャパシタ22とを素子の間隔を所定値に近接し交互に平行配置して薄膜工程により作製されている。

【0043】この薄膜LCフィルタを実測して得られたローパスフィルタ特性は、図10に示されるように、インダクタンス値が小さいため減衰量は少ないが、破線で示されたシミュレーション結果とほぼ一致した十分な実測結果が得られている。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、直列に接続されてシグナル線を形成する複数のインダクタと、このインダクタおよびインダクタ間を接続し自己にも接続する導体とグランド線を自己に接続する導体とを近接させて所定の浮遊容量を補充するように配置されるキャパシタとを備える薄膜LCフィルタが得られる。この構成によって、小型化された薄膜LCフィルタを得ることができると共に、小型で少ないキャパシタンス値を有する薄膜キャパシタの配備においても所望のキャパシタンス値を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態を示す平面模式図である。

【図2】図1の近接配置の場合のフィルタ特性に一実施例を示す特性図である。

【図3】代表的な薄膜インダクタの一実施例を示す斜視

図である。

【図4】代表的な薄膜キャパシタの一実施例を示す斜視図である。

【図5】図1の広域配置の場合のフィルタ特性に一実施例を示す特性図である。

【図6】本発明の第1の実施例を示す等価回路図である。

【図7】本発明の第1の実施例を示す平面模式図である。

【図8】図7によるフィルタ特性の一実施例を示す特性図である。

【図9】本発明の第1の実施例を示す平面模式図である。

【図10】図9によるフィルタ特性の一実施例を示す特性図である。

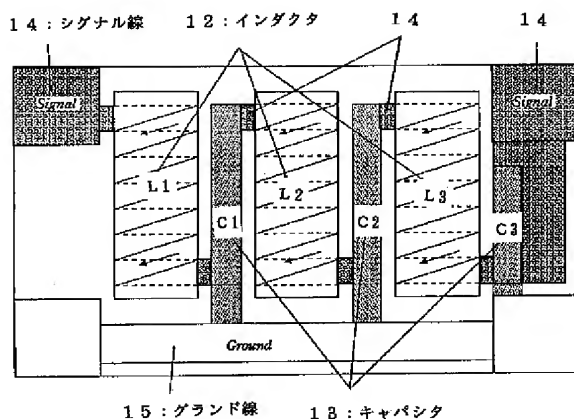
【図11】従来の一例を示す等価回路図である。

【図12】従来の一例を示す平面模式図である。

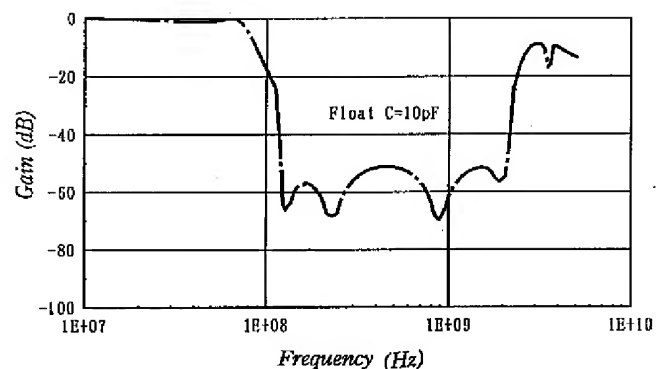
【符号の説明】

- 5 磁性体
- 6 導体コイル
- 8 上部電極
- 9 誘電層
- 10 下部電極
- 12, 21, 23 インダクタ
- 13, 22, 24 キャパシタ
- 14 シグナル線
- 15 グランド線

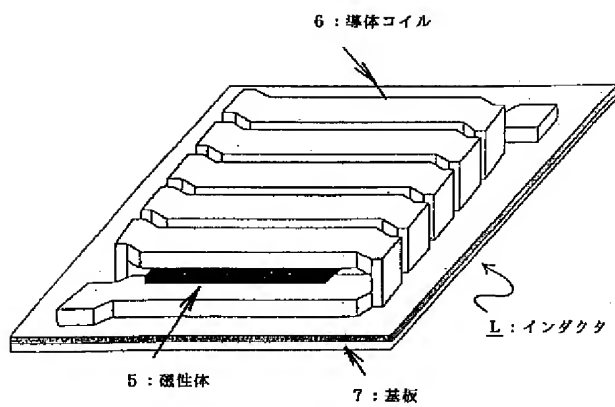
【図1】



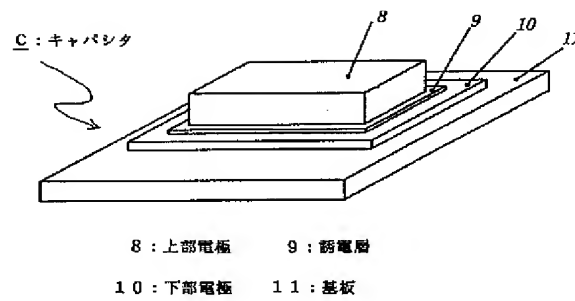
【図2】



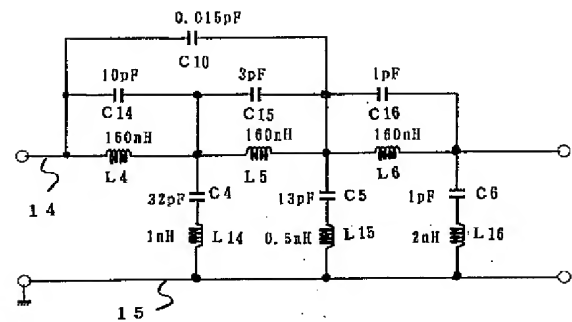
【図3】



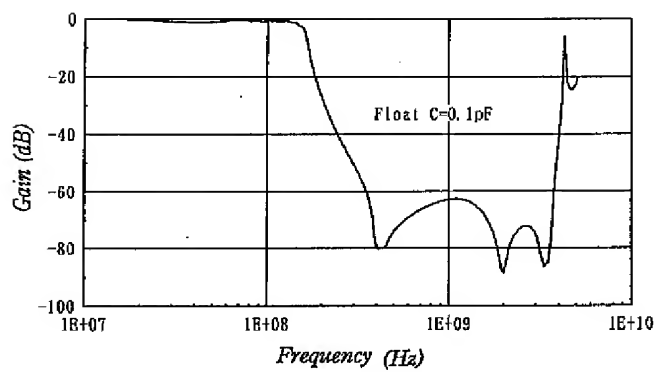
【図4】



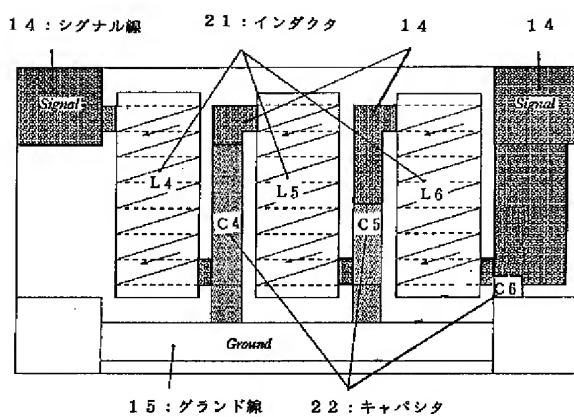
【図6】



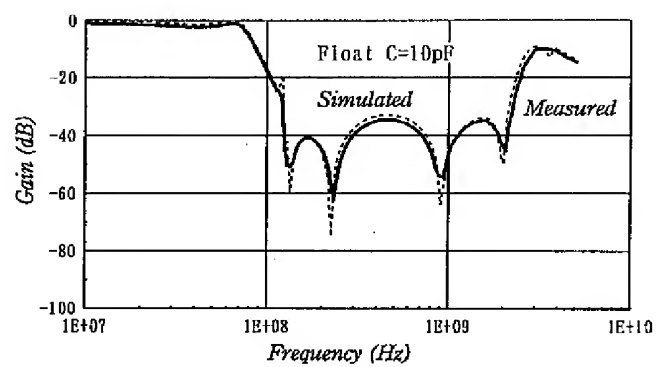
【図5】



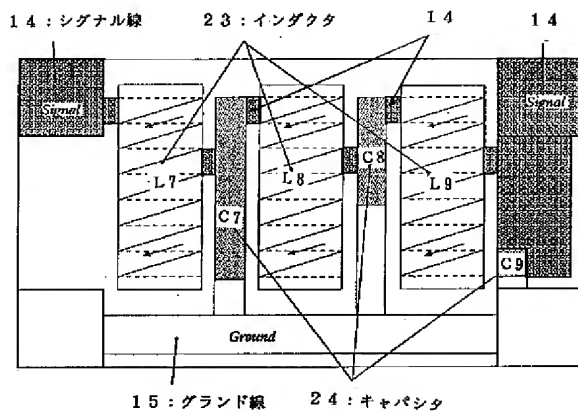
【図7】



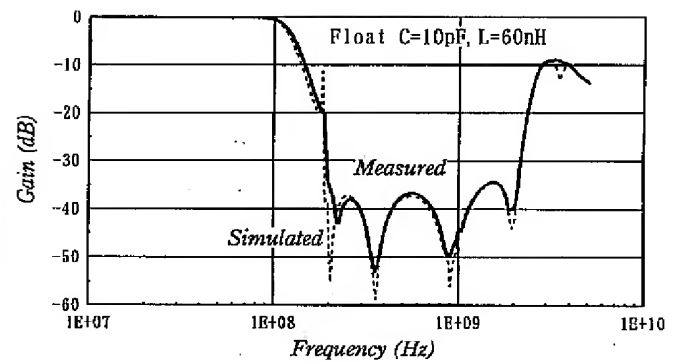
【図8】



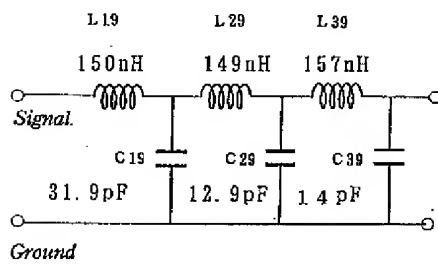
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

